

Komlós Ferenc

A nemzeti hőszivattyúipar megteremtése a jövő egyik lehetősége

1. rész

A hőszivattyúzás világszerte elismerten energetikailag a leghatékonyabb fűtési-hűtési technológia, így az energiatakarékosság, a globális CO₂-kibocsátás és a helyi légszennyezés csökkentésének egyik kulcseleme. Magyarország napenergia-, földenergia- és hulladékhőpotenciálja, magas színvonalú szellemi tőkéje kedvez a megújuló energiát hasznosító innovatív hőszivattyús technológia elterjesztésének, és hatékonyan hozzájárulhatna hazánk ipari fejlődéséhez, nemzetközi kötelezettségei teljesítéséhez. A tanulmány a nemzetgazdaság szempontjából kiemelkedően fontos, időszerű témát dolgoz fel.

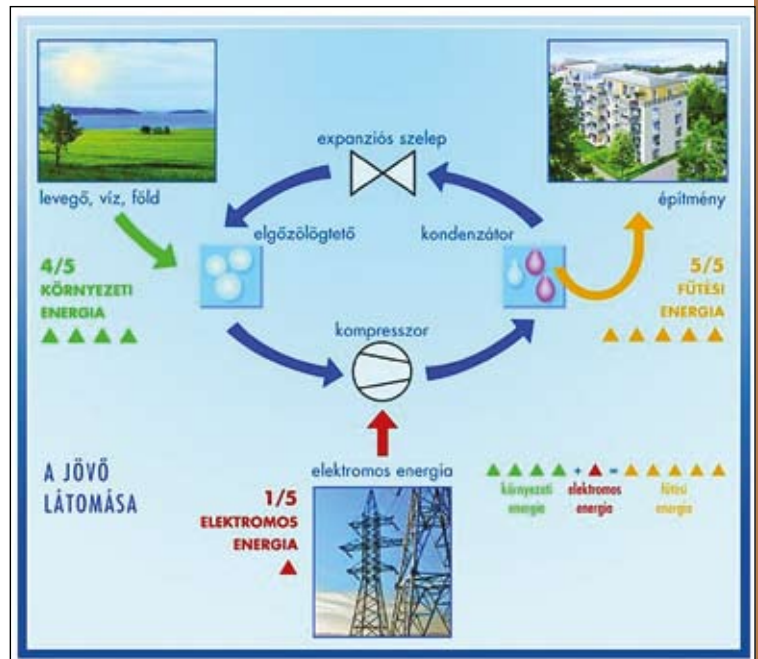
Heat pumping is considered worldwide as the energetically most efficient heating/cooling technology, thus it is a key element of energy saving, the reduction of global CO₂ emission and local air pollution. High solar energy, geothermal energy and waste heat potential in Hungary along with its intellectual capital compose a perfect base for making the innovative heat pump based heating utilizing renewable sources popular and can efficiently contribute to the industrial development of our country and to the fulfillment of our international obligations. This study deals with a current issue that is extremely important at the national economy level.

1. BEVEZETÉS

1938-ban Zürichben létesült az első tartósan hőszivattyúval fűtött épület (a zürichi városháza). Az épület hóforrása a Limmat folyó vize volt. A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a Heller László közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében. A hőszivattyús technika tehát alapvetően nem új, mégis a különböző országok energiaellátási politikájában az első energiaválságig alárendelt szerepet játszott, és számos helyen, beleértve hazánkat is, eddig jelentéktelennek tekintették. Napjainkban azonban egyre több országban nő a korszerű hőszivattyúkra és a különböző hőszivattyús rendszerekre (1. ábra) alapozó energiaellátási megoldások száma.

A hőszivattyú napjaink leghatékonyabb műszaki eszköze arra a célra, hogy energiát takarítsunk meg. „A hőszivattyú egyike azon alternatív technológiáknak, amelyek jelentősége nem elsősorban a hagyományos megújuló energia kategóriák keretei közé szorított értékelésével, hanem a technológia sokszínűségével, hatékonyságával és a benne rejlő lehetőségek alapján értelmezhető.” (Dr. Farkas István DSc, egyetemi tanár)

Általános igény a korszerű fűtés (hűtés), a települések légszennyezésének, illetve egészségkárosító hatásának jelentős csökkentése. A környezet terhelésének mérsékelésével javulhat az itt élő lakosság egészsége, életminősége. „Az energetikai eredetű környezetszennyezés csökkentésével



1. ábra Energiahatékonyság-növelés hőszivattyús rendszerrel

a lakosság egészségét súlyosan érintő légszennyezés is mérséklődne.” (NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA 2030)

Hazánk és a Kárpát-medence éghajlatára a nyári száraz meleg és a tartós hőmérséklet-emelkedés jellemző. A nyári túlzottan meleg időjárás a hőháztartásunk teljes felbomlását, hőgutát, a hőségtől kimerülést, görcsös állapotot, szélsőséges esetben halált eredményezhet. A klímaváltozás miatt sürgető az épületek hűtése. Többféleképpen védekezünk ellene, de kimutatható, hogy a klímaberendezések nyári hűtésre felhasznált áramfogyasztása már eléri a télen fűtésre felhasznált energia értékét. A hőszivattyús rendszer a hűtési igényeket is ki tudja elégíteni.

Az emberi élet minőségét alapvetően meghatározza a levegő tisztasága. A szennyezőanyagok közvetlenül veszélyeztetik az emberi egészséget, károsítják a vegetációt, romboló hatást fejtenek ki épített környezetünkre. A levegő minőségét a közlekedés, a lakossági fűtés és az ipari tevékenységből származó szennyezések határozzák meg (a meteorológiai helyzettől függően időszakosan szerepe van a nagyobb távolságról érkező szennyezésnek is). A városokban, illetve a településeken a fűtési időszakban a nitrogén-oxid (NO_x) és a kis méretű szállópor (PM10)-szennyezettség jelenthet problémát. Statisztikai adatok mutatják, hogy a lakosságnak több mint a fele szennyezett levegőjű területen él. A legsúlyosabb helyzet azokban a városainkban alakult ki, ahol kevés a növényzet. A belső téri levegőszennyezettséget már a Világbank 1993-as jelentése is különösen fontos megoldásra váró általános környezeti gondnak tekintette. 2013-at pedig a Levegő Évének nyilvánította az Európai Unió.

Az ember biológiai tűrőképességének figyelembevétele és a betegségek megelőzése hazánk gazdasági fejlődése szempontjából is stratégiai fontosságúvá vált. Igény a települések légszennyezésének, ill. egészségkárosító hatásának jelentős csökkentése. A települések környezeti állapotának javítása több évtizedre szóló következetes munkát jelent! További feladatunk az épületekben élő ember életfunkcióival összefüggő objektív és szubjektív igények kielégítése, a zárt terek – lakóhely, munkahely – belső környezetének, mikroklimájának hőkomfortja. Ezúton felhívom a figyelmet az égetéssel kapcsolatos légszennyezésre.

A környezetvédelem és elsősorban az egészségvédelem súlyának felértékelődése a lakossági fűtések tekintetében különösen fontos. Egyre több a rossz hatásfokú, veszélyesen szennyező kazán, illetve a nem megfelelő berendezésekben való lakossági hulladéktüzelés.

2. ENERGIATÁROLÁS ÉPÜLETEKSEL – VÁLTOZÓ FOGYASZTÓI TARIFA

Az előírt hálózati frekvencia tűréstartományon belüli tartása a villamosenergia-szolgáltatásnak egyik legfontosabb minőségi követelménye. Az alaperőműveknél magasabb fajlagos költségen termelő erőművek, nevezetesen az ún. menetrendtartó erőművek, a csúcserőművek és tartalékerőművek a fogyasztói teljesítményigényekhez illeszkednek, biztosítják a mindenkori teljesítmény-egyensúlyt. Ezeknek a nagyobb fajlagos költségen termelő erőművek teljesítményét csökkenteni lehet, ha a hőszivattyúk darabszáma és összteljesítménye jelentősen megnőne.

A hagyományos energetikai paradigma megváltoztatásához a fogyasztói növekvő igények kiemelkedően hozzájárulnak. Az ún. smart méréskor az energiavetelezés alacsonyabb tarifájú időszakban lehetővé teszik a fogyasztói költségsökkentést. Ezzel egyidejűleg javítható az országos villamosenergia-rendszer teljesítmény- és frekvenciaszabályozás, a rendszer csúcs/völgy aránya is csökkenthetővé válik. A smart mérőkészülékeknek jelentős szerepük van az energiafogyasztás önkéntes csökkentésében és a fogyasztásbefolyásolásban. Mondható, hogy a hazai energia- és árviszonyok között a villamos fogyasztás völgyidőszakainak a fogyasztó oldali növelése előnyös, mert kellő nagyságú hőtároló kapacitással a csúcsidezőket át lehet hidalni (a hőszivattyú külön smart árammérővel, a villamos fűtésű melegvíztárolóhoz hasonlóan). Ismeretes, hogy a hőtárolással kombinált völgyidőszaki ellenállásfűtés (villanybojler) széleskörűen elfogadott hagyományos módszer a használati meleg víz készítésére, sőt még helyiségfűtésre is (a mai napig is használatos az „éjszakai árammal”, illetve napjainkban a vezérelt árammal működő hőtárolós villanykályhák).

Az előzőek általános elterjedésével az „energiatározás” országos gondjai csökkennének, mivel a téglából épített épületeink is felhasználhatók energiatarozásra tekintettel a jelentős hőkapacitásukra. A jelenlegi ún. geotarifa tarifaelőnye statisztikailag kimutatható, és ezáltal bizonyítható a hőszivattyúkkal elért nemzeti eredmény. Megfelelő dinamikus tarifák bevezetésével a beruházási támogatás is fokozatosan megszűntethető a javasolt technika széles körű elterjedése esetén. A téglából épített épületeknél a jelentős nagyságú hőkapacitásuk miatt a hőkomfort terhére is növelhető a völgyidőszaki fogyasztás, tekintettel arra, hogy a belső környezet hőmérsékleti kategóriákra bontható és ehhez alacsonyabb fogyasztótarifák is választható lehetne. A hőszivattyús ártarifával (villanyárral és földgázárral) ösztönözni lehet a hőszivattyús csúcstechnika elterjesztését. Az energiatakarékosság a leghatékonyabban pénzügyi eszközökkel szabályozható! Az ilyen árpolitika megvalósítása az energiainportot és a pazarlást is jelentősen csökkentené.

3. MUNKAHELYEK LÉTREHOZÁSA, HELLER-TERV

Az importált hőszivattyús technikát nem a magyarországi geotermikus adottságokra konstruálták és a fejlesztéseknél értelemszerűen nem vették figyelembe azt, hogy a magyarországi energiaviszonyok – földgázellátottság – mellett a

hőszivattyúktól, az EU átlagától eltérően, nagyobb az elvárt energiahatékonyság-érték nagysága, azonfelül eltérnek a különféle felhasználható energiák (áram/földgáz) arányai. Az EU-ban forgalmazott villamos hőszivattyúk nagy része csak fűtési feladatra, legfeljebb 55 °C-ig használható. Továbbá az import kiszolgáltatottságunk miatt a fejlett európai országok a rendszerajánlásaikon keresztül olyan technológiákat, olyan módszereket és érdekeltségi rendszert terjesztettek el a tervezőmérnökök között, amely csak az import mértékét, a hőszivattyús rendszerek költségét növelik. Ezek összhatása, hogy a hőszivattyús rendszerek pozitív megítélését csökkentik.

2009 óta elindult a hazai fejlesztésben alapuló villamos hajtású hőszivattyúgyártás Békéscsabán (az ún. geotermikus hőszivattyúkkal). Hőszivattyúgyártásunk fejlődése egyben a kis- és középvállalkozások fejlődését támogató európai és magyar tervek is szolgálja! Rohamos fejlődés előtt áll ez az innovatív technológia, kitorési pont lehet, új és nagyszámú munkahelyeket hozhat létre, támogatása tehát jogos. Előretörésünk egyik kulcsszava: a technológiai innováció. A hőszivattyúprogram támogatást nyújtana a lakosság egészségi állapotának a javítására, tehát segítheti a környezet és a társadalom fenntartható fejlődését. A kitűnő minőségű hőszivattyúk hazai gyártásával exportunk is növekedhet, hőszivattyú importunk pedig csökkenhet. A földgázimportot és a károsanyag-kibocsátást is csökkenteni tudjuk a megújulóenergia-felhasználás jelentős növelésével („Függetlenedés az energiafüggőségtől”).

Hat éve a hazai és külföldi piacon az import hőszivattyúk alkalmazásán kívül az energiahatékonyság-növelés magyar eszköze, a Geowatt Kft. által gyártott, mintaalommal védett, növelt hőmérsékletű geotermikus hőszivattyúcsaládja is megjelent, amely 2012-ben Magyar Termék Nagydíj kitüntetésben részesült. A magyar geotermikus hőszivattyú többcélú (fűtés, hűtés és hmv) és növelt hőmérsékletű (65 °C, pl. 65/59 °C-os fűtési hőlépcsővel) megoldása miatt a hőszivattyús rendszerek fajlagos beruházási költsége csökkenthető.

Tapasztalható, hogy egy-két szakmai kör és néhány civilszervezet még mindig idegenkedik a hőszivattyúzástól. Néhány kivételes személy szerencsére található, aki felvállalta oktatását és tudományos-szakmai terjesztését ennek a csúcstechnikának, amely fűtési, hűtési és hmv-ellátási feladatra is hatékonyan felhasználható. A hőszivattyús rendszerek létesítése rendkívül összetett szakmai ismeretet, felkészültséget igényel, amelyet hazánkban az oktatási intézményekben (néhány kivételes esettől eltekintve) még nem tanítanak, ezért sok esetben a beruházók alkalmatlan berendezéseket választanak! A középfokú fizikai oktatásunk sajnos nem foglalkozik a hőszivattyú témájával és általános iskolai képzésben sem szerepel a hőszivattyú fogalma. Ugyanakkor a hőszivattyúzással összefüggő tudományágakban (pl. geológia, hidrológia, meteorológia, matematika, hőtan, áramlástan) az ország kiemelkedő szerepe nem kétséges.

A hőszivattyút – néhány ország kivételével – a különféle oktatási szinteken csak kevés óraszámokban tanítják. Szakmai körökben van még mit hozzátenni ehhez az innovatív technológiához, mert többféle olyan szellemi tőkét igényel, amivel az országunk rendelkezik.

A hőszivattyús technika minőségi színvonalának emelése érdekében célszerű a fogyasztói ún. H tarifa módosítása, az SPF [kW.h/kW.h] értéke alapján. Utólagos évenkénti elszámolással három tarifa bevezetése lenne szükséges, hűtésre is kiterjesztve:

- 3,5 – 4,5 (a jelenleginél nagyobb értékkel);
- 4,5 felett – 5,5 (ez a jelenlegi tarifa);
- 5,5 felett (a jelenleginél kisebb értékkel).

Mérni kell a hőszivattyú által felvett villamosáram-fogyasztást [kW.h] és a hőszivattyú által leadott hőmennyiséget [kW.h]. A tervezett hőszivattyú működési üzemóraszámának ellenőrzése a rendszerbe vagy a hőszivattyúba beépített üzemóra-számlálóval, a szekunderoldali energia mérése hőmennyiségmérővel történhet.

Szakmai műhelyekben ma már széles körben ismert az ún. *Heller-terv* (2005-től). A projekt lényege, hogy hosszú távon a gázkonvektorokat, a kazánokat és gázbojlereket, valamint a villanybojlereket, továbbá az ún. „energiafaló légkondikat” váltsák fel a tömegigényeket kielégítő, különböző kivitelű és üzemmódú, és elsősorban geotermikus, hidrotermikus, légtermikus és hulladék (pl. csurgalékhevív, távozólevegő) hőforrást hasznosító villamos hajtású hőszivattyúk. Ezeket Magyarországon kell gyártani, magyar munkaerővel kellene az adott helyszínekre betervezni, telepíteni, szervizelni, és a terméket, a szolgáltatást, valamint a technológiát exportálni elsősorban Közép- és Kelet-Európában. Kitűnő műszaki tulajdonságú termékek alkalmazásával – a hazai fejlesztésnek és gyártásnak köszönhetően – kedvező áron tehető energetikailag hatékonyabb az épületeink.

A magyar mérnökök egyik kiemelkedő személyisége, *Heller László*, műszaki doktori dolgozatában tudományosan bizonyította a hőszivattyúk használatát, amely hungarikum is lehetne (*Heller L.:* Die Bedeutung der Wärmepumpe bei thermischer Elektrizitätserzeugung Universitaetsdruckerei, Budapest, 1948.). A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a *Heller* közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében. *Heller László* magyar mérnökként, a világ energetikai közvéleménye számára tudományosan vázolta, hogy a hőszivattyút miként lehet az energetika egészébe illeszteni. Felhívta a figyelmet, hogy az erőművi hatásfok (η_{eromu}) és a hálózati hatásfok ($\eta_{halozat}$), valamint a hőszivattyú teljesítmény-sokszorozási tényezőjének (*COP* [kW/kW]), illetve a hőszivattyús rendszer szezonálisteljesítmény-tényezőjének (*SPF* [kWh/kWh]) állandó növekedése – ami a technika fejlődésével feltétlenül bekövetkezik – folyamatosan javítani fogja a hőszivattyúk gazdaságosságát. A hőszivattyúk világméretű terjedésével napjainkban igazolódhatnak gondolatai.

4. PÉLDA ÉLETCIKLUS-ELEMZÉSRE

LCOE (levelized cost of energy) [Ft/kW.h]: különböző technológiai összehasonlításra vonatkozó fajlagos költség (pénzügyi adat) számítási képlete

$$LCOE = \frac{I_0}{E_t \cdot \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t}} + \frac{M_t}{E_t} + \frac{F_t}{E_t}$$

Táblázat Hagyományos, illetve a csúcstechnika műszaki-gazdasági összehasonlítása, fajlagos költségek a berendezések teljes élettartamán (*LOCE*)

| | Kondenzációs kombi földgázkazán (fűtés-hmv) + spit klíma | Szondás hőszivattyús rendszer fűtés + aktív hűtés + hmv |
|--|--|---|
| Bruttó beruházási költség [Ft] | 2 650 000 | 4 853 900 |
| Élettartam [év] | 15 | 25 |
| Diszkonttényező [%] | 5 | 5 |
| Karbantartási költség [Ft] | 79 500 | 48 539 |
| Éves felhasznált energia mennyisége | 4160 Nm ³ | 7627 kW.h |
| Felhasznált energia egységára | 134 Ft/Nm ³ | 31 Ft/kW.h |
| Átlagos kazán <i>h</i> ill. <i>SPF</i> (hőszivattyúzás) | 96% | 4,5 kWh/kW.h |
| Fűtőérték | 9,44 kW.h/Nm ³ | ----- |
| Fűtési átlaghőmérséklet | 60 °C | 60 °C |
| Fűtési hőlépcső | 70/50 °C | 63/57 °C |
| Hűtési hőlépcső | 7/12 °C | 7/12 °C |
| Éves megtermelt energia mennyisége | 37 700 kW.h/év | 34 322 kW.h/év |
| A teljes élettartam alatt megtermelt energia egységára: <i>LCOE</i> [Ft/kW.h] | 23,67 | 18,34 |
| Részletezve: | | |
| – beruházási költségre vetítve | 6,77 Ft/kW.h | 10,03 Ft/kW.h |
| – üzemeltetési költségre vetítve | 2,11 Ft/kW.h | 1,41 Ft/kW.h |
| – felhasznált energiára vetítve | 14,79 Ft/kW.h | 6,89 Ft/kW.h |

ahol

I_t : beruházási költség a *t*-ik évben;

M_t : karbantartási és üzemeltetési költség a *t*-ik évben (állandó érték);

F_t : az üzemanyagköltség a *t*-ik évben (állandó érték);

E_t : a megtermelt energia a *t*-ik évben;

n: élettartam;

r: diszkonttényező.

E képlet felhasználásával készült a fenti táblázat, amely összehasonlítást szemléltet konkrét fűtési, hűtési és hmv készítési feladat esetében.

A villamos hőszivattyú jellemzője: az üzemeltetésére, ill. a működésére bevezetett villamos energiát – természeti közvetlen energiaforrás felhasználásával – többszörözi, napjainkban már 3,0–7,0-szeresére. A hőszivattyús fűtés olcsóbb, mint az olaj- vagy gázfűtés, és megtérülési ideje rövid. Napjainkban a geotermikus hőszivattyúzás olyan energetikailag fűtési/hűtési rendszer, amely még pályázati pénzek nélkül is elfogadható időn belül megtérül, és a károsanyag-kibocsátást helyileg megszünteti, globálisan és hosszú távon pedig jelentős csökkenést biztosít.

Folytatjuk...



Komlós Ferenc

okl. gépészmérnök,
ny. minisztériumi vezető-főtanácsos
MEE-tag
komlosf@pr.hu